

Fuel injection timing control system for direct injection type internal combustion engine and method for the samePatent Number: ☐ US2002007817

Publication date: 2002-01-24

Inventor(s): TAKAGAKI MASAYUKI (JP); AOKI JUN (JP); MATSUBARA JOJI (JP); TAKEDA TADAKUNI (JP); UEDA KATSUNORI (JP)

Applicant(s):

Requested Patent: ☐ JP2002013428

Application Number: US20010893713 20010629

Priority Number (s): JP20000199500 20000630

IPC

Classification: F02B17/00; F02B5/00

EC Classification: F02B17/00D, F02B23/10S, F02D41/04W, F02D41/30C, F02D41/34BEquivalents: ☐ DE10131927, ☐ US6539916

Abstract

In a direct injection type engine, capable of switching an injection mode between a compression stroke injection mode for injecting fuel mainly during a compression stroke and an intake stroke injection mode for injecting fuel mainly during an intake stroke; a fuel injection starting timing in the intake stroke is corrected to a retard side as the temperature relating to an internal combustion engine, detected as a parameter representing the tendency of fuel to adhere to the inside of the internal combustion engine, becomes lower. If a required fuel injection volume cannot be injected during the intake stroke injection mode in the corrected fuel injection timing, a timing for injecting remaining fuel to satisfy the required fuel injection volume during a compression stroke following the intake stroke in one combustion cycle is determined. The injection of the fuel is controlled according to the corrected fuel injection timing

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-13428

(P2002-13428A)

(43) 公開日 平成14年1月18日(2002.1.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
F 0 2 D 41/02	3 3 5	F 0 2 D 41/02	3 3 5 3 G 0 8 4
	3 2 5		3 2 5 A 3 G 3 0 1
41/04	3 3 5	41/04	3 3 5 A
			3 3 5 C
			3 3 5 F

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-199500(P2000-199500)

(22) 出願日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 上田 克則

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72) 発明者 高垣 雅之

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(74) 代理人 100092978

弁理士 真田 有

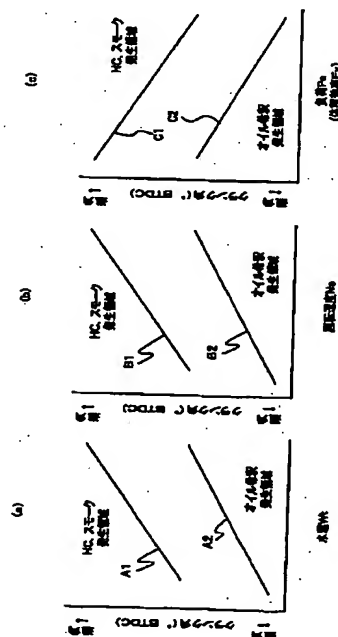
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射型内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、筒内噴射型内燃機関に関し、吸気行程中に燃料噴射を許容するタイミングを適切に設定して、スモーク等やオイル希釈の発生を防止できるようにする。

【解決手段】 圧縮行程時に主に燃料噴射を行なう圧縮行程噴射モードと吸気行程時に主に燃料噴射を行なう吸気行程噴射モードとを切り換え可能な筒内噴射型内燃機関において、吸気行程噴射モード時に要求される燃料噴射量を吸気行程中に噴射しきれないときには残りの燃料を吸気行程に続く圧縮行程中に噴射するとともに、吸気行程時における燃料噴射開始時期を燃料の内燃機関内への付着し易さを表すパラメータに基づいて変更するように構成する。



(2) 開2002-13428 (P2002-134JL)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 主として圧縮行程時に燃料噴射を行なう圧縮行程噴射モードと主として吸気行程時に燃料噴射を行なう吸気行程噴射モードとを切り換え可能な筒内噴射型内燃機関において、

該吸気行程噴射モード時に要求される燃料噴射量を該吸気行程中に噴射しきれないときには残りの燃料を該吸気行程に続く圧縮行程中に噴射するとともに、該吸気行程時における燃料噴射開始時期を該燃料の該内燃機関内への付着し易さを表すパラメータに基づいて変更することを特徴とする、筒内噴射型内燃機関。

【請求項2】 該燃料の付着し易さを表すパラメータが、該内燃機関に関する温度であって、該温度が低いときほど該吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させることを特徴とする、請求項1記載の筒内噴射型内燃機関。

【請求項3】 該燃料の付着し易さを表すパラメータが、該内燃機関の回転速度であって、該回転速度が低いときほど該吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させることを特徴とする、請求項1記載の筒内噴射型内燃機関。

【請求項4】 該燃料の付着し易さを表すパラメータが、該内燃機関の負荷であって、該負荷が高いときほど該吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させることを特徴とする、請求項1記載の筒内噴射型内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、火花点火式の4サイクル内燃機関に用いて好適の、筒内噴射型内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、燃料噴射弁（インジェクタ）からの燃料をシリンダ内に直接噴射しうる筒内噴射エンジンでは、中高負荷時には吸気行程中に燃料噴射を行ない、シリンダ内における空気と燃料との均一混合を図っているが、吸気行程において、燃料の噴射開始時期が早いと燃料噴霧がピストン頂面に衝突してピストン頂面に燃料液膜が形成され、この結果スモークやHCが比較的多量に排出される。

【0003】また、噴射終了時期が遅いと、燃料噴霧の一部がシリンダの内壁面（ライナ壁面）に付着し、シリンダ内壁面のオイルに吸着されて、蒸発しないままピストンで掻き落とされるため、オイル希釈となる。なお、このような傾向は燃料の気化が促進されないエンジン冷態時ほど顕著である。

【0004】したがって、筒内噴射エンジンでは、吸気行程中に燃料噴射を行なう場合、いつ燃料噴射をしてもよいというわけではなく、ある限られたクランク角内に燃料噴射を行なう必要がある。そして、このように燃料

噴射期間を限定することでスモークやHCの発生を防止したりオイル希釈を防止しているのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高負荷時（例えば全開運転時）に吸入空気量に応じた燃料を噴射しようとする、機関回転速度が高いため全燃料を上記のクランク角内で噴射することができず、スモーク等やオイル希釈が避けられない場合があった。そこで、このようなスモーク等やオイル希釈を回避すべく、吸気行程中に燃料噴射を行なう際に、燃料噴射期間をスモーク等やオイル希釈が生じない期間（クランク角範囲）に制限し、このとき噴射量が不足する場合には、残りを続く圧縮行程で噴射する分割噴射が考えられる。

【0006】しかしながら、このような「吸気行程中でスモーク等やオイル希釈が生じない期間」はエンジンの運転状態によって異なるため、一律の噴射時期制限では効果が期待できないという課題がある。本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、吸気行程中に燃料噴射を許容するタイミングを適切に設定して、スモーク等やオイル希釈の発生を防止できるようにした、筒内噴射型内燃機関を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関は、運転状態に応じて主として圧縮行程時に燃料噴射を行なう圧縮行程噴射モードと、主として吸気行程時に燃料噴射を行なう吸気行程噴射モードとが切り換えられ、吸気行程噴射モード時に要求される燃料噴射量を吸気行程中に噴射しきれないときには、残りの燃料が吸気行程に続く圧縮行程中に噴射される。また、このときには、燃料の内燃機関内への付着し易さを表すパラメータに基づいて燃料噴射開始時期が変更される。

【0008】また、請求項2にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関は、燃料の内燃機関内への付着し易さを表すパラメータが、内燃機関に関する温度であって、温度が低いときほど吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させる。なお、上記の内燃機関に関する温度とは、例えば、冷却水の温度、潤滑油の温度、及び各種油圧機器の作動油温度である。

【0009】また、請求項3にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関は、燃料の付着し易さを表すパラメータが、内燃機関の回転速度であって、回転速度が低いときほど吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させる。また、請求項4にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関は、燃料の付着し易さを表すパラメータが、内燃機関の負荷であって、負荷が高いときほど該吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させる。なお、上記内燃機関の負荷としては吸気の体積効率を用いても良いし、アクセル踏み込み量やスロットル開度を適用しても良い。

【0010】

(3) 開2002-13428 (P2002-134JL)

【発明の実施の形態】以下、図面により、本発明の一実施形態にかかる筒内噴射型内燃機関について説明すると、図1に示すように、筒内噴射型内燃機関（以下、単にエンジンという）の燃焼室1には、吸気弁4を介して吸気通路2が接続されるとともに、排気弁5を介して排気通路3が接続されている。また、吸気通路2には、エアクリーナ2a、吸入空気量を検出するエアフローセンサ（AFS）2b、吸入空気量を制御するスロットル弁2c、スロットル弁2cの開度を検出するスロットルポジションセンサ（TPS）2d等が設けられている。また、排気通路3には、排気中の O_2 濃度を検出する O_2 センサ（排気センサ）3a及び排気浄化触媒としての三元触媒（以下、単に触媒と言う）6が設けられている。

【0011】また、燃焼室1には、インジェクタ8が燃焼室1へ燃料を直接噴射すべくその開口が燃焼室1に臨んで配置されている。このような構成により、スロットル弁2cの開度に応じエアクリーナ2aを通じて吸入された空気が、吸気通路2及び吸気弁4を介して燃焼室1内に吸入され、ECU（制御手段）20からの信号に基づいてインジェクタ8から噴射された燃料と混合されるようになっている。そして、点火プラグ7を適宜のタイミングで点火させて混合気を燃焼させたのち、燃焼室1内から排気弁5を介して排気通路3へ排気ガスが排出され、触媒6で浄化されてから図示しないマフラーで消音されて排出されるようになっている。

【0012】なお、このエンジンには、上述のAFS2b、TPS2d、 O_2 センサ3aの他に、触媒温度センサやクランクシャフト9に付設されたクランク角センサ9aや、シリンダブロック内のウォータージャケット1a内に挿設されエンジンの冷却水温を検出する冷却水温センサ1cが設けられており、これらのセンサからの検出情報がECU20へ送られるようになっている。

【0013】ここで、筒内噴射エンジンでは、燃焼室1内で吸入空気を縦渦流（逆タンプル流）として生成し、圧縮行程で燃料噴射を行なうことにより、点火プラグ7近傍に少量の燃料を集めて層状燃焼させることができるようになっている。そして、このような圧縮行程における燃料噴射の場合には、混合気全体としては極めてリーンな空燃比での燃焼（希薄燃焼）が行なわれるようになっている（リーン運転モード）。

【0014】また、燃料噴射の態様としては、上記以外にも、吸気行程で燃料噴射を行なうモードが設けられており、この吸気行程噴射モードには、空燃比が理論空燃比（ストイキ）近傍となるように O_2 センサ3a（図省略）からの検出情報等に基づいてフィードバック制御を行なうストイキ運転モードや、ストイキよりもリッチな空燃比で運転を行なうリッチ運転モードが設定されている。

【0015】上述のような各運転モードの選択は、ECU20により運転状態に応じて行なわれる。つまり、E

CU20では、TPS2d及びクランク角センサ9aの検出情報に基づいてエンジン負荷 P_e 及びエンジン回転速度 N_e が計算され、これらの情報に応じてエンジンの運転モードが設定されるようになっており、エンジン負荷 P_e 及びエンジン回転速度 N_e が大きくなるほど、リーン運転、ストイキ運転、リッチ運転の順に運転モードが設定されるようになっている。

【0016】そして、吸気行程噴射時には、図2に示すように、ピストン10の頂面に形成されたキャビティ14に向かいインジェクタ7から燃焼室1内に燃料が噴射されて噴霧15が形成され、その後、ピストン10が上昇に転じて燃料（噴霧15）と空気とが攪拌されるようになっている。そして、ピストン10が上死点近傍に達すると点火プラグ7が点火されて、混合気が燃焼するのである。

【0017】ところで、図1に示すように、ECU20には、吸気行程で燃焼噴射を行なう際のインジェクタ8の作動を制御するための燃料噴射時期制御手段20aが設けられている。この燃料噴射時期制御手段20aには、エンジンの運転状態に応じて燃料噴射の開始時期を設定する機能と、燃料噴射期間を設定する機能と、上記燃料噴射期間中に要求される量の燃料を噴射しきれなかった場合に直後の圧縮行程中に残りの燃料を噴射する機能とが設けられている。

【0018】そして、燃料噴射時期制御手段20aでは、温度検出手段としての水温センサ1cからの情報に基づいて、水温 W_t が低くなるほど噴射開始時期を遅角させるようになっている。ここで、水温 W_t は、燃料のエンジン内（シリンダ内壁11やピストン10の頂面）への付着し易さを表すパラメータの1つである。つまり、水温 W_t が高くなるほど燃料噴霧の気化が促進されて、燃料がエンジン内に付着するようにならなくなる。また、冷態始動時のように水温 W_t が低い場合には、燃料噴霧の気化があまり促進されず、早期に燃料を噴射するとシリンダ内壁11に液膜が生成され、スモークやHCが発生するおそれがある。

【0019】そこで、吸気行程噴射時には、例えば図3(a)に示すようなマップにより、水温に応じて燃料噴射開始時期が変更（補正）されるようになっているのである。ここで、図3(a)は、スモーク等やオイル希釈が生じないような燃料噴射時期の特性を示すものであり、実験により得られた特性を示すものである。なお、縦軸はクランク角（ $^\circ$ ，BTDC）であり、横軸は水温 W_t を示している。また、図3(a)において、線A1はこれ以上早く燃料噴射を開始するとスモークやHCが発生する燃料噴射開始限界であり、線A2はこれ以上遅くまで燃料噴射を続けるとオイル希釈が生じる燃料噴射終了限界を示している。

【0020】そして、図3(a)からはスモーク等の発生を抑制するには低温時ほど燃料噴射開始時期を遅らせ

(4) 開2002-13428 (P2002-134JL)

る必要があることがわかる。したがって、本実施形態では、吸気行程噴射が行なわれる際には、水温に応じて燃料噴射開始時期がリタードされるようになっているのである。つまり、通常はエンジンの運転状態に応じて、まず燃料噴射量（燃料噴射期間）が設定され、次に、吸気行程内で確実に燃料噴射が終了するように燃料噴射の終了時期が設定される。そして、このような燃料噴射期間及び燃料噴射終了時期が優先的に決定されることにより、必然的に燃料噴射開始時期が設定されていた。

【0021】このため、従来の燃料噴射制御では、燃料噴射期間及び燃料噴射終了時期の要求から、燃料噴射開始時期が線A1よりも上方の領域に入ってしまう、スモークやHCが発生するおそれがあった。これに対して、本発明は、燃料噴射制御に対して極めて自由度の高い筒内噴射型内燃機関の特徴を生かして、吸気行程の燃料噴射時には、少なくとも燃料噴射開始時期が線A1と線A2との間に入るように、従来よりも燃料噴射開始時期リタード（遅角）させるようになっているのである。具体的には、上述したように、燃料噴射開始時期が燃料開始限界線A1上になるようにリタードされるようになっている。

【0022】また、これと略同時に燃料噴射時期制御手段20aにより、エンジンの運転状態に基づいて必要な燃料噴射量が算出され、この燃料噴射量からインジェクタ8の開弁作動時間（燃料噴射期間）が算出されるようになっている。そして、このようにして燃料噴射開始時期と燃料噴射期間とが優先的に決定され、これにともない燃料噴射の終了時期が設定されるようになっている。また、本発明では、燃料噴射終了時期が図3(a)に示す燃料噴射終了限界線A2を超えるようであれば、一旦この燃料噴射終了限界A2の手前で燃料噴射を終了して、直後の圧縮行程において残りの燃料が追加噴射されるようになっている。

【0023】なお、上記のエンジン（内燃機関）に関する温度としては、冷却水温 W_t に限定されるものではなく、潤滑油の温度、各種油圧機器（例えばA/T）の作動油温度及び排気温度等、エンジン（内燃機関）に関する温度を広く適用することができる。

【0024】ところで、本実施形態では、燃料噴射開始時期が、さらにエンジン回転速度 N_e 及び負荷 P_e に応じて遅角されるようになっている。ここで、図3

(b)、(c)は、グラフの横軸がそれぞれエンジン回転速度 N_e 、負荷 P_e （体積効率 E_v ）である以外は図3(a)と同じであって、やはり実験により得られた燃料噴射期間に関する特性を示すものである。そして、図3(b)、(c)に示すように、エンジン回転速度 N_e が低くなるほど、又は、高負荷になるほど（即ち燃料噴射量が増加するほど）燃料噴射開始限界及び燃料噴射終了限界が遅くなり、逆に、エンジン回転速度が高くなるほど、又は、低負荷になるほど燃料噴射開始限界及び燃

料噴射終了限界が早くなることがわかる。つまり、スモーク等の発生を抑制するには低速、高負荷ほど燃料噴射開始時期を遅らせる必要がある。

【0025】そこで、燃料噴射時期制御手段20aでは、エンジン回転速度検出手段としてのクランク角センサ9aからの情報に基づいて、エンジン回転速度 N_e が低くなるほど燃料噴射開始時期を遅角させるようになっている。具体的には、燃料噴射開始が図3(b)に示す燃料開始限界線B1以降となるように、燃料噴射開始がリタードされるようになっている。

【0026】また、同様に、負荷検出手段としてのエアフローセンサ2bからの情報に基づいて、エンジン負荷 P_e が高くなるほど噴射開始時期を遅角させるようになっている。この場合にも、燃料噴射開始が図3(c)に示す燃料開始限界線c1以降となるように、燃料噴射開始がリタードされるようになっている。なお、ここではエンジンの負荷 P_e として、エアフローセンサ2bからの情報に基づいて算出された体積効率 E_v が用いられるようになっているが、これに代えてアクセル開度やスロットル開度を用いてもよい。

【0027】本発明の一実施形態にかかる筒内噴射型内燃機関は、上述のように構成されているので、吸気行程噴射時には、各種センサからの情報に基づいて、燃料噴射時期制御手段20aにより、燃料噴射期間と燃料噴射開始時期とが設定される。そして、このときの燃料噴射開始時期が、以下のようにして変更（補正）される。

①エンジン水温 W_t が低いほど燃料噴射開始を遅角させる。

②エンジン回転速度 N_e が低いほど燃料噴射開始を遅角させる。

③高負荷ほど燃料噴射開始を遅角させる。

【0028】また、このときには、燃料噴射開始時期が燃料噴射開始限界に設定されて燃料噴射が行なわれる。そして、燃料噴射終了限界までに全燃料を噴射しきれない場合には、燃料噴射終了限界で一旦燃料噴射が中断され、その後続く圧縮行程で残りの燃料が噴射される。なお、このときには、シリンダ内壁11に燃料が付着しない（即ち、オイル希釈を生じない）圧縮行程中期に残りの燃料噴射が行なわれる。

【0029】このように、本発明の筒内噴射型内燃機関では、燃料のエンジン内への付着し易さを表すパラメータに基づいて、燃料噴射開始時期を遅角側に変更することにより、燃料噴射期間が、HC・スモーク発生領域やオイル希釈発生領域に入ることが防止される。具体的には、温度が低いときほど吸気行程噴射における噴射開始時期をリタードさせるので、例えば冷態始動時におけるHC・スモークの発生及びオイル希釈の発生を抑制できる。また、回転速度が低いときほど吸気行程噴射における噴射開始時期をリタードさせるので、例えばアイドル時のHC・スモークの発生及びオイル希釈の発生を抑制

(5) 開2002-13428 (P2002-134JL)

できる。さらには、負荷が高いときほど該吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させるので、高負荷運転時のHC・スモークの発生及びオイル希釈の発生を確実に抑制できる利点がある。

【0030】また、本発明によれば、燃料を確実にかつクリーンに燃焼させることができるので、高出力、低燃費でエンジンを運転することができる利点を有しているほか、新たに追加する部品がないので、コスト増や重量増を招くことなく、ドライバビリティの向上と実用燃費の向上を図ることができる利点もある。なお、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。例えば、上述の実施形態では、燃料のエンジン内への付着し易さを表すパラメータとして、内燃機関に関する温度（水温 Wt ）と、エンジン回転速度 Ne と、エンジン負荷 Pe （体積効率 Ev ）との3つを適用しているが、本発明としては、少なくともこれらのパラメータのうち1つのパラメータを用いて燃料噴射開始時期を変更するように構成すればよく、もちろんその他の燃料のエンジン内への付着し易さを表すパラメータに基づいて燃料噴射開始時期を変更するようにしてもよい。

【0031】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、吸気行程噴射モード時には燃料の内燃機関内への付着し易さを表すパラメータに基づいて燃料噴射開始時期を変更するという簡素な構成で、HC・スモークの発生及びオイル希釈の発生を確実に抑制できる利点があるほか、コスト増や重量増を伴うことなくさらなる高出力化、低燃費化を図ることができる利点がある。

【0032】また、請求項2にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、燃料の付着し易さを表すパラメータが、内燃機関に関する温度であって、温度が低いときほど吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させるので、冷態始動時におけるHC・スモークの発生及びオイル希釈の発生を確実に抑制できる利点がある。また、請求項3にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、燃料の付着し易さを表すパラメータが、内燃機関の回転速度であって、回転速度が低いときほど吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させるので、アイドル時のHC・スモークの発生及びオイル希釈の発生を確実に抑制できる利点がある。

【0033】また、請求項4にかかる本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、燃料の付着し易さを表すパラメータが、内燃機関の負荷であって、負荷が高いときほど該吸気行程噴射における噴射開始時期を遅角させるので、高負荷運転時のHC・スモークの発生及びオイル希釈の発生を確実に抑制できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる筒内噴射型内燃機関の全体構成を示す模式図である。

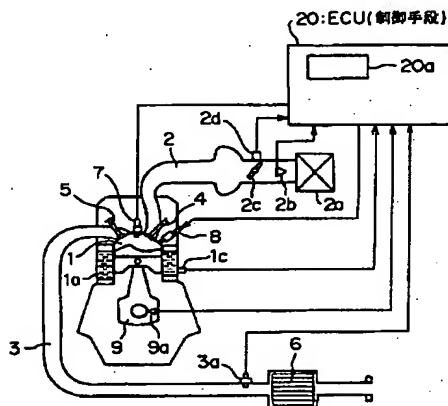
【図2】本発明の一実施形態にかかる筒内噴射型内燃機関の燃料噴射の態様を示す模式図である。

【図3】本発明の一実施形態にかかる筒内噴射型内燃機関の特性を示す図である。

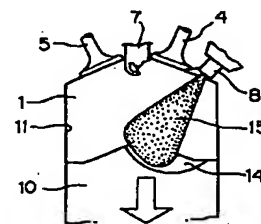
【符号の説明】

- 1 燃焼室
- 8 インジェクタ
- 20 制御手段（ECU）
- 20a 燃料噴射時期制御手段

【図1】

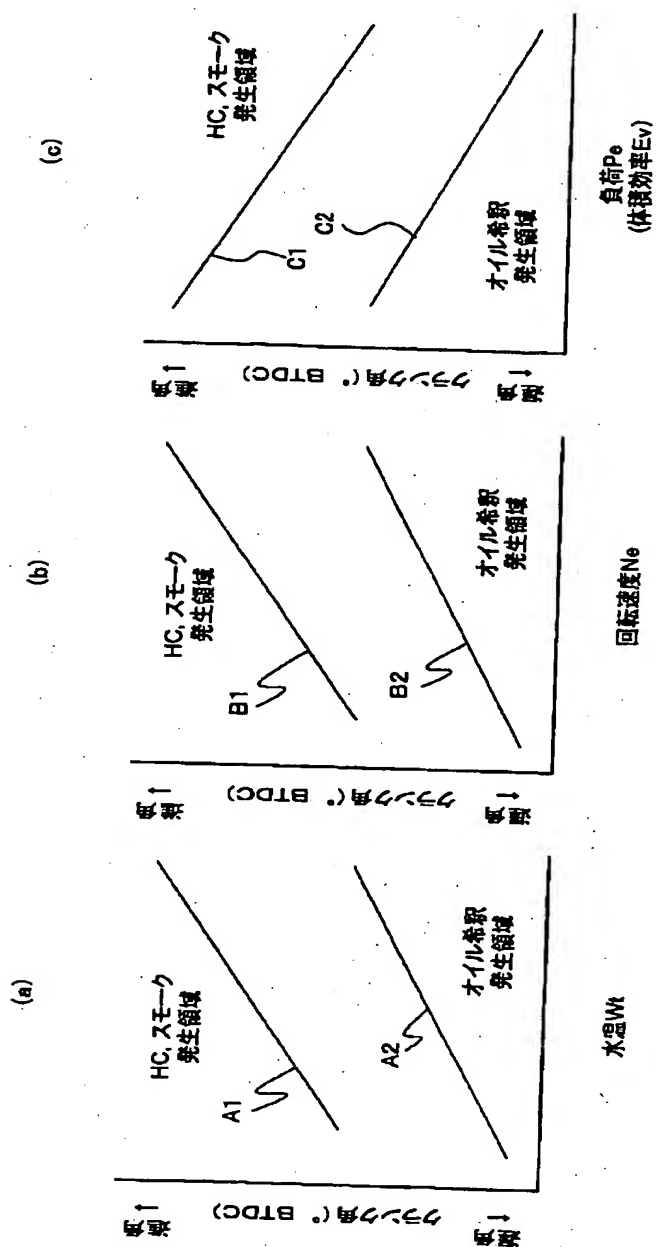


【図2】



(6) 開2002-13428 (P2002-134JL)

【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F02D 41/04
41/34
45/00

識別記号

335
312

FI

F02D 41/04
41/34
45/00

キーワード (参考)

335Z
F
312Q

(7) 開2002-13428 (P2002-134JL)

312N

312H

(72)発明者 青木 淳
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72)発明者 松原 謙二
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72)発明者 武田 忠邦
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

Fターム(参考) 3G084 AA04 BA15 CA02 CA03 CA04
CA09 DA00 DA10 EA07 EB09
FA10 FA20 FA29 FA33 FA38
FA39

3G301 HA01 HA04 HA15 HA16 JA01
JA02 JA24 JA26 KA01 KA06
KA23 LB04 LC01 MA11 MA18
NC02 ND03 NE11 NE12 NE18
PA01A PA11A PD02A PD11A
PE00A PE01A PE03A PE08A